

BEST AVAILABLE COPY

DEVICE AND METHOD OF PHOTOGRAPHING DISTANCE PICTURE

Patent number: JP60170778
Publication date: 1985-09-04
Inventor: BARUTAA METSUDORUFU; PEETAA RUTSUKUSU;
MATSUKUSU AIBAATO
Applicant: DORNIER GMBH
Classification:
- international: **G01S17/10; G01S17/89; G01S17/00; (IPC1-7):**
G01S7/56; G01S17/10
- european: G01S17/10G; G01S17/89
Application number: JP19850003387 19850114
Priority number(s): DE19843404396 19840208

Also published as:

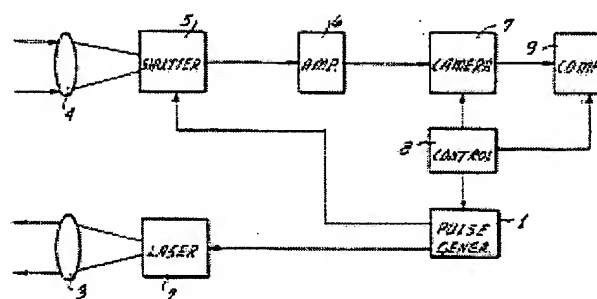
EP0151257 (A)
US4708473 (A)
EP0151257 (A)
DE3404396 (A)
EP0151257 (E)

Report a data error h

Abstract not available for JP60170778

Abstract of corresponding document: **US4708473**

Short light pulses are emitted and images of the reflection from objects are received; the receiving is timed and synchronized to obtain partial images corresponding to reflection from particular ranges; the partial images are then combined in a composite range image.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-170778

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)9月4日

G 01 S 17/10
7/566707-5H
6707-5H

審査請求 未請求 発明の数 4 (全7頁)

⑮ 発明の名称 距離画像撮影装置および方法

⑯ 特 願 昭60-3387

⑰ 出 願 昭60(1985)1月14日

優先権主張 ⑱ 1984年2月8日 ⑲ 西ドイツ(DE) ⑳ P 3404396.9

㉑ 発 明 者 バルター、メツドルフ ドイツ連邦共和国7990、フリードリッヒスハーフェン、24、フリーユリングスベーク、11

㉒ 発 明 者 ベーター、ルツクス ドイツ連邦共和国7994、ランゲナルゲン ゼーシュトラッセ、120

㉓ 出 願 人 ドルニエ、ゲゼルシャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフツング ドイツ連邦共和国7990、フリードリッヒスハーフェン、ポストファツハ、1420

㉔ 代 理 人 弁理士 猪 股 清 外3名
最終頁に続く

明 細 書

1 発明の名称 距離画像撮影装置および方法

2 特許請求の範囲

1) a) 短い光パルスを送出する装置(1, 2, 3)と、

b) 反射パルスを受光する装置(4, 5, 6, 7)と

を備えた距離画像撮影装置において、

c) 受光時間を送出されるパルスと同期化し所定の走行時間範囲の個別画像の撮影を可能にする制御装置(8)と

d) 異なる個別画像から距離画像を自動的に生じさせる処理装置(9)と

を備えたことを特徴とする距離画像撮影装置。

2) 光パルス送出装置は、受光装置の全視野を照明する拡大レンズ(3)を備えていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の装置。

3) 光パルスを送出する装置は、電気光学的なシ

ャッタを備えた光源または脈動光源またはパルスレーザ(2)から構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の装置。

4) 反射パルス受光装置は、狭域フィルタを備えた受光レンズ(4)を備えていることを特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載の装置。

5) 反射パルス受光装置は、電気光学的なシャッタ(5)と画像増幅器(6)を備えるか又は備えない撮影ユニット(7)とから構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載の装置。

6) 撮影装置としてテレビジョンカメラ(7)、ビジコン、電荷結合素子(CCD)または電荷注入素子(CID)を備えていることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の装置。

7) シャッタおよび画像増幅器はチャンネルプレートによってつくられていることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の装置。

- 8) シャッタおよび画像増幅器は、開閉可能な画像増幅器によって構成されていることを特許請求の範囲第5項記載の装置。
- 9) 反射パルス受光装置は、開閉可能なダイオードアレイによって構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の装置。
- 10) a) 互に連続する走行時間範囲の画像が撮影されて暫定記憶され、
b) 夫々の個別画像が他の中間調によって符号化され、
c) すべての符号化された個別画像が1つのグレースケール距離画像に加えられることを特徴とする、夫々の所定の走行時間範囲の個別画像から距離画像をつくる方法。
- 11) 個別画像撮影の場合のノイズを抑制する手段、特に閾値回路を備えることを特徴とする特許請求の範囲第10項記載の方法。
- 12) a) 一定の距離範囲の個別画像が撮影されて暫定記憶され、
b) 明るさの異なる連続する画像が評価される

とする特許請求の範囲第13項ないし第15項のいずれかに記載の方法。

- 17) a) 一定の距離範囲の個別画像が撮影されて暫定記憶され、
b) 明るさの異なる連続する画像が評価されることを特徴とする特許請求の範囲第13項ないし第16項のいずれかに記載の方法。
- 18) a) 異なる走行時間範囲の個別画像が撮影されて暫定記憶され、
b) 夫々の個別画像の所定の閾値を超えて存在する画素が同じ明るさを示し、
c) すべての個別画像が記憶装置の多重保留によって1つのグレースケール画像に加えられることを特徴とする、夫々の所定の走行時間範囲の個別画像から距離画像をつくる方法。
- 19) a) 一定の距離範囲の個別画像が撮影されて暫定記憶され、
b) 明るさの異なる連続する画像が評価され

ることを特徴とする特許請求の範囲第10項または第11項記載の方法。

- 13) 距離が二進値に符号化されるよう受光装置のシャッタ時間が矩形関数によって制御されることを特徴とする、夫々所定の走行時間範囲の個別画像からデジタル距離画像をつくる方法。
- 14) a) 1つ又は異なる走行時間範囲の個別画像が撮影されて暫定記憶され、
b) 個別画像が閾値回路によってデジタル化され、
c) すべての二進画像がデジタル式に加算されることを特徴とする特許請求の範囲第13項記載の方法。
- 15) 画像から画像への駆動タイミングが増加、特に倍加されることを特徴とする特許請求の範囲第13項または第14項記載の方法。
- 16) 二進画像の解像度を1個又は数個の駆動タイミングの位相偏位によって増加することを特徴

る

ることを特徴とする特許請求の範囲第18項記載の方法。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の属する技術分野〕

本発明は、距離画像を撮影する方法および装置に関する。

〔従来技術〕

距離画像は、その画素が、通常の画像におけるように対象点の明るさ又は色に対応するものではなく、対象点の夫々の距離に対応した対象の画像である。

距離画像の形式で距離情報を二次元的に測定する方法が知られている(P. Levi, Elektronik 12, 1983)。公知の方法は、物理的な測定原理が相異なる2つのグループ、即ち電磁波または音波の走行時間測定と三角測量法とに分けることができる。第1の原理は1/mから無限距離までの測定範囲に適し、測定精度 $\geq 1/m$ であり、第2の原

理は測定ベースと測定精度との関連によって、主として 1 m 以内の近距離範囲に使用される。

走行時間測定による公知の装置では、一般的に測定点からセンサまでの距離が測定され、画像が、光線偏向、例えば回転鏡または振動鏡によってつくられるという欠点がある。このような装置は機械的および光学的に経費を要し、可成り高価になる。

三角測量原理によって動作する装置は、所定の条件において、数個の距離画素を同時に測定することができる。しかしながら、情報があいまいになることがあり、画像評価に経費を要し、測定範囲が近距離に制限される欠点がある。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、大きな距離範囲にわたって使用することが可能であり複雑な機構をもたない距離画像撮影装置を提供し、高速度で明確な画像を撮影する方法を提示することにある。

〔発明の概要〕

この目的は、本発明によれば、特許請求の範囲

に記載の特徴をもつ装置および方法によって達成される。本発明の測定方法は走行時間測定の原理に属している。特に、情報は、従来のように点毎に継続的に測定されるのではなく、画像マトリックスの形式に配列した画素に対して平行に測定される。

本発明による装置は次の4つの構成要素からなっている：

- a) 短い光パルスを送出する装置
- b) 対象から反射されたパルスの受光装置
- c) 制御装置
- d) 処理装置。

対象を照らすのに必要な光パルスは、パルスレーザによってつくることができる。その他の光源、例えばキセノンランプまたはCW光源を使用することもできる。その場合、パルスは、高速度電気光学シャッタ（カーセル、ポッケルスセル）によってつくられる。光線は、広い視野を照らすため、レンズによって拡げられる。光点の大きさは用途によって左右される。加工機械またはロボットに

おける距離センサの場合には、数 cm の面で充分であり、ミサイルから航空写真を撮るカメラの場合には、照明範囲は数百 m^2 またはそれ以上でなければならない。また用途によって、光の波長の選択が左右される。加工機械の暗くされた領域においては、広帯域光源を使用することができ、航空写真撮影の場合には、赤外線領域または紫外線領域における可及的に狭帯域の光源が好ましい。妨害となる散乱光は、撮影装置に狭帯域フィルタを使用することによって除くことができる。

対象から反射したパルスは、十分な強さの場合には直接テレビジョンカメラによって撮影することができる。光の強さが弱い場合には、画像増幅器を接続することができる。

本発明によれば、電気光学的に好適に作動する高速度シャッタが、受光装置に備えられている。このシャッタは、制御装置によって、光パルスの送出と同期するよう制御される。このシャッタは、時間遅れをもたせて閉鎖することができる。遅延時間が、カメラから照射された点までを光パルス

が往復するのに要する走行時間と一致すれば、送出されたパルスは、シャッタの開放時間内にカメラに到達する。シャッタ時間の長さによって、反射エネルギーが測定される距離範囲を変化させることができる。シャッタ開放時間が短くなる程、情報が集められる距離範囲が少なくなる。例えば、開放時間を 2 ns （ナノ秒）遅らせてレーザパルスに対し 400 ns だけシャッタを開放すれば、センサから 60 m ないし 60.3 m の距離にある照射された画素についての情報がカメラマウント上に2次元で映像される。画像増幅器は微弱な反射信号を増幅し、これを処理装置に供給する。

撮影装置として、ビジコン、電荷結合素子（CCD）または電荷注入素子（CID）を使用することもできる。

シャッタおよび慣用の画像増幅器の代りに、チャンネルプレート（マイクロ・チャンネル・プレート）を使用することができる。その場合、電圧の印加による増幅率の増加が、シャッタの開放に相当する。同様に、高速度に接続可能な画像増幅

器を使用することができる。

撮影用として、レンズの後に開閉可能なダイオードアレイを使用することができる。その場合、画像は、マトリックスとして電気的に符号化して再処理に使用される。ダイオードアレイは、画像情報の集積(記憶)等の駆動形式にも適している。

次に、すべて基本方式に基づく駆動方法を説明する。制御装置はパルスを送出するため一定の時間基準で撮影装置のシャッタを開閉して、一定な距離範囲の個別画像が絶えず撮影され、個別画像は処理装置において1つの距離画像に統合される。これは、例えばグレースケールとして、測定された距離をデジタル化し、コード化し、記憶させることによって行われる。カメラから読取る間に、微弱なノイズ信号を閾値回路によって阻止することができる。

第1の方法において、比較的狭い距離範囲の個別画像が撮影され、各個別画像の画素は、所定の中間調(例えば近い対象は明るく遠い対象は暗い)に保たれ、すべての個別画像が集積画像に統一さ

れる。

30cmの位置解像度をもつ集積された距離画像を得ようとすれば、夫々2nsの増分だけ遅延させて一連の照射パルスを受け入れ、画像情報を処理装置において組合せる必要がある。例えば計76.8mの距離の差を30cmのステップで測定できるようにするには、計256の照射パルスが必要である。

第2の方法においては、照射パルスの数は、n回の照射から $\log_2 n$ 回の照射に著しく減少させることができる。前述の例の256回の照射の場合、その代わりに、僅か8回になる。従って、実時間処理が実現可能である。

受光装置のシャッタ時間は、分離された距離範囲の代わりに、距離が二進値に符号化されるよう矩形パルスによって制御される。この場合は重なり合った距離範囲が採用される。第1画像では、例えば距離範囲の $1/2$ におけるすべての対象、第2画像では $1/4$ および $3/4$ におけるすべての対象、第3画像では $1/8$, $3/8$, $5/8$, $7/8$ におけるすべての対象、第4画像では $1/16$, $3/16$, $5/16$, $7/16$,

$9/16$, $11/16$, $13/16$, $15/16$ におけるすべての対象が所望の解像度以内にある。これらの画像は、デジタル式に直ちに得られることが好ましい。即ち、各画素は、撮影と同じ数のデジタル数によって表示され、これは再処理を著しく簡素化する。例えば、1つの画素において、 $1/16$ と $13/16$ との間の距離に対象がある場合、この画素は数0100によって表わされる：

- 0 対象は $1/2$ にない
- 1 対象は $3/4$ にある
- 0 対象は奇数/8にない
- 0 対象は奇数/16にない。

開放時間の定常的な二等分は任意に選択され、同様に他の端数にすることも可能であるが、二等分によって、電子再処理に適する二進数に直接的にすることができる。

個別画像の数は、所望の解像度および代替可能な費用または使用可能な時間に左右される。

最後の画像の決定には、最高周波数であるため、最高の設備上の費用を必要とする。しかしながら、

最後の段階で最後から二番目と同じ周波数が使用され駆動タイミングが移相されている場合には、半分の周波数で同じ解像度を得ることもできる。その場合に生じる二進数は、同様に対象点の距離を明確に表わしている。

別の方法においては、前述の個別画像と異なる距離範囲が取り入れられる。すべての個別画像のすべての画素に同じ明るさが適用され、これは、例えば飽和した画像増幅器を動作させることによって達成することができる。個別画像はメモリアレイに連続して記憶され、その場合、最も新しい画像の輝度値がその前の画像の輝度値に加えられる。その場合、近距離の対象、例えば航空写真の場合の塔は、極めて多くの個別距離画像に見出すことができるため、極めて明るいビームスポットとして映像される。

センサと測定対象とが互に並進的な相対運動を行なう場合には、別の方法を使用することができる。

これは、例えば、移動するコンベア上の対象を

測定する場合（静止センサー移動対象）、または車両あるいは飛行機から対象を撮影する場合（移動センサー静止対象）に相当する。

この場合、次の撮影原理が利用される：センサーは、照明源および撮影カメラの視野が前方または斜め前方に向くよう調整される。垂直な注視方向からの角度は、本質的な撮影範囲および解像度を決定する。送出パルスと電気光学的なカメラのシャッターとは、カメラの前方 R の距離より近くにある照射面に対象がある場合にだけ、カメラの目標が照射されるよう互に同期化される。

距離 $r > R$ に相当する反射は、すでに閉じられたシャッターによって阻止される。ちょうど距離 $r = R$ に相当する反射箇所においては、明るい（照射された）箇所から暗い（照射されない）箇所への境界が生じる。この境界は、距離測定値 R に相当する。対象が所定方向に（またはカメラがその反対方向に）移動すれば、新しい点が測定される。照明円錐を通して対象が動く場合、相対速度の概念によって、すべての照射された対象点を測定す

ることができる。対象の対応する高度値は、簡単な幾何学的な変換によって計算される。

散乱光の影響を減少させるため、距離 $r < R$ に相当するすべての光線は入射せずに、範囲 $R \leq r \leq R + 4r$ に相当する反射光線だけが入射するよう、シャッターを同期化させることができる。これによって、測定原理が変わることはない。

〔発明の実施例〕

本発明を図によって一層詳細に説明する。

第1図は、下記からなる本発明装置の実施例を示している。

- a) パルス発生器1、レーザ2および拡大レンズ3を備えた短い光パルスを送出する装置、
- b) 受光レンズ4、電気光学シャッター5、画像増幅器6およびテレビジョンカメラ7を備えた反射パルス受光装置、
- c) 制御装置8、
- d) 処理装置9。

制御装置8は、レーザパルスとシャッター5の開放時間とを緊密に関連させるようにされており、

適当な距離範囲を調整する。

第2図は例として、第2評価方法による距離範囲の二進コード化を示している。ここでは、距離範囲が、 t_0 と t_1 との間の走行時間の範囲によって示されている。所望の解像度は $1/8$ である。この例の画素において、対象Obは $4/8$ の所にある。

a) は、受光装置のシャッター5が第1画像において開かれる（高）か、又は閉じ（低）られた矩形パルスを示している。この対象Obは、映像されていない。この画像はデジタル値0に保たれている。b) は、第2画像においてシャッターを開いた又は閉じた矩形パルスを示している。対象は映像されており、画像はデジタル値1に保たれている。

c) は、第3の画像に対するシャッターに使用される矩形パルスを示している。対象は同様に映像されており、画像はデジタル値1に保たれている。これらから組立てられた二進数011は、対象がこの領域の $4/8$ の所にあることを明らかに示している（011は10進数の3、すなわち0で始まる

数列の第4の数の二進表示である）。

第3図は、第2図と同様であるが、同じ解像度（ $1/8$ ）を緩慢なシャッターによって得られる長所を備えた二進コード化を示している。a) およびb) は、同じく第1画像および第2画像に対するシャッター5の開放時間を示している。c) には、第3画像のシャッター時間が示されている。周波数は第2画像に比べて増加しておらず、単に位相だけが偏位している。この画素には、数010が対応している。これは同様に、対象Obが $4/8$ の所にあることを明確に示している。

第4図は、カメラ10に対して矢印方向に移動する運動対象11に対する評価方法を示している。送出パルスとカメラ10の電気光学的なシャッターとは、対象（ここでは11）がカメラ10から距離 R 以内にある場合だけ、カメラ10の目標物が照らされるよう互に同期化されている。距離 $r > R$ に相当する反射は、すでに閉じたシャッターによって阻止される。ちょうど距離 $r = R$ に相当する反射箇所12、13、14、15では、明るい（照明された）箇所から

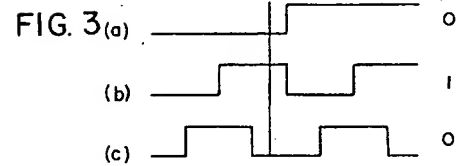
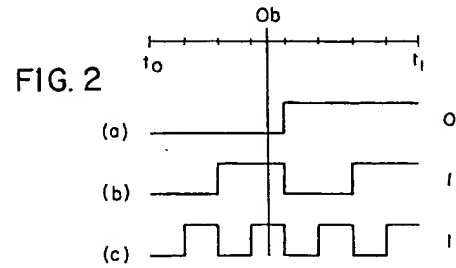
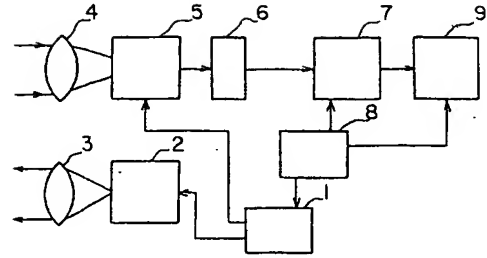
暗い(照明されない)範囲への境界が生じる。この境界が距離値 R に相当する。対象11が前記方向(破線)に移動した場合には、新しい反射箇所16, 17, 18, 19が測定される。

4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示すブロック結線図、第2図および第3図は第1図に示す本発明装置の評価方法の部分ビッチを示す波形図、第4図は第1図に示す方法とは別の評価方法を示す説明図である。

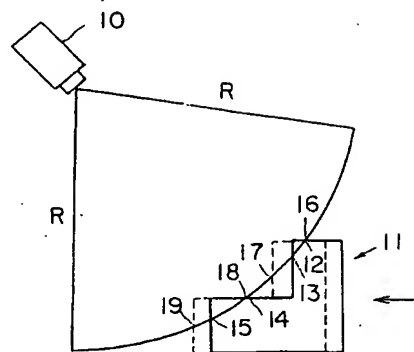
1…パルス発生装置、2…レーザ、3…拡大レンズ、4…受光レンズ、5…シャッタ、6…画像増幅器、7…テレビジョンカメラ、8…制御装置、9…処理装置、10…カメラ、11…対象、12ないし15, 16ないし19…反射箇所。

FIG. 1



出願人代理人 猪 股 清

FIG. 4



第1頁の続き

⑦発明者

マックス、アイバート

ドイツ連邦共和国7990、フリードリッヒスハーフェン、2
4、ゾマーベーク、3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)